



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 100 42 132 A 1** ×

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 29 C 67/04**

21 Aktenzeichen: 100 42 132.6  
22 Anmeldetag: 28. 8. 2000  
43 Offenlegungstag: 28. 3. 2002

DE 100 42 132 A 1

71 Anmelder:  
Concept Laser GmbH, 96215 Lichtenfels, DE  
  
74 Vertreter:  
Dr. Hafner & Stippl, 90491 Nürnberg

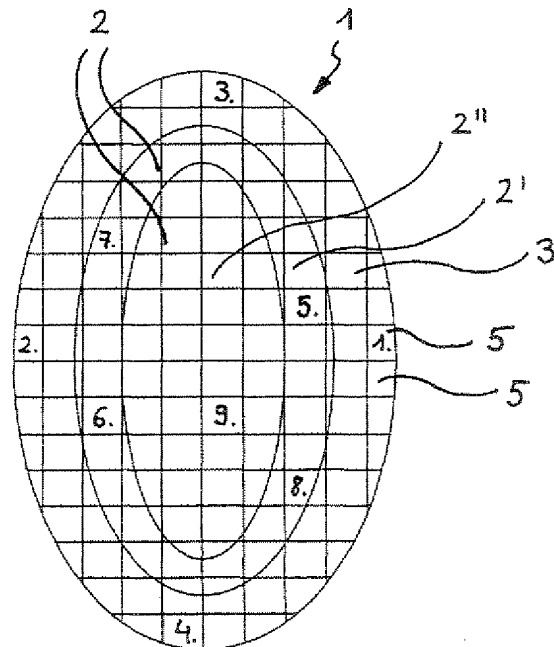
72 Erfinder:  
Herzog, Kerstin, 96215 Lichtenfels, DE  
  
56 Entgegenhaltungen:  
WO 97 30 836 A1  
WO 95 31 326 A1  
Schmachtenberg, E., Alscher, A., Brüning, S.: Laser-  
intern von Polyamid. In: Kunststoffe, 1997, Nr.6,  
S.773-776;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 **Selektives Randschichtschmelzen**

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines dreidimensionalen Sinter-Werkstückes, insbesondere Stereolithographieverfahren zur Anwendung in einem Sinterautomaten, bei dem das Sinter-Werkstück durch aufeinanderfolgendes Verfestigen einzelner Schichten aus pulverförmigem, flüssigem, pastösem oder körnigem verfestigbaren Sintermaterial durch Einwirkung einer Strahlung, insbesondere einer Laserstrahlung, erzeugt wird, wobei jede Schicht in einen inneren Kernbereich und einen äußeren Kernbereich zerlegt wird und die Strahlungseinwirkung im Kernbereich und im Hüllbereich zur Erzeugung unterschiedlicher Eigenschaften beider Bereiche verschieden gesteuert wird, wobei die Strahlungseinwirkung zumindest im Hüllbereich derart bemessen ist, daß das Sinter-Werkstück nach Fertigstellung eine Oberflächenschicht aufweist, in welcher das Sintermaterial vollständig aufgeschmolzen wurde.



DE 100 42 132 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines dreidimensionalen Sinter-Werkstückes, insbesondere ein Stereolithographieverfahren zur Anwendung in einem Sinterautomaten mit den weiteren Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1.

[0002] Aus EP-A-0 171 069 ist ein Verfahren bekannt, bei welchem auf einem Träger bzw. eine bereits verfestigte Schicht eine Schicht eines Sinter-Materials aufgetragen wird und durch Bestrahlen mit einem gerichteten Laserstrahl verfestigt wird. Dadurch wird das dreidimensionale Sinter-Werkstück lagenweise aufgebaut. Auf die Offenbarung der EP-A-0 171 069 wird ausdrücklich Bezug genommen. Die Offenbarung dieser Europäischen Anmeldung ist auch Gegenstand dieser Anmeldung.

[0003] Aus DE 43 09 524 ist es ferner bereits bekannt, Lagen in Einzelabschnitte aufzuteilen und die Einzelabschnitte, beispielsweise Quadrate, nacheinander zu verfestigen. Dabei wird jede Schicht in einen inneren Kernbereich und einen äußeren Hüllbereich zerlegt und die Strahlungswirkung im Kernbereich und im Hüllbereich wird zur Erzeugung unterschiedlicher Eigenschaften beider Bereiche verschieden gesteuert. Zwischen den Einzelbereichen oder einzelnen Bestrahlungszellen werden Trennfugen belassen, die dafür sorgen sollen, daß sich der Werkstückinnenbereich nicht infolge von Verspannungen verziehen kann.

[0004] Die unzureichende Dichte im Hüllbereich des Werkstückes erscheint im Hinblick auf die Nachbearbeitbarkeit eines Werkstückes nachteilhaft, insbesondere dann, wenn eine hohe Oberflächengüte z. B. mittels einer spanenden Bearbeitung erzielt werden soll.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 derart auszubilden, daß eine Nachbearbeitung des Werkstückes mit dem Ergebnis einer hohen Oberflächenqualität durchführbar ist.

[0006] Diese Aufgabe wird durch die Lehre des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen des Verfahrens ergeben sich aus den Unteransprüchen 2-22.

[0007] Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die Strahlungseinwirkung zumindest im Hüllbereich des Sinter-Werkstückes derart bemessen ist, daß das Sinter-Werkstück nach Fertigstellung eine Oberflächenschicht aufweist, in welcher das Sinter-Material vollständig aufgeschmolzen wurde. Die höhere Bauteildichte im Hüllbereich bedeutet, daß eine Randschicht geschaffen wurde, die ohne weiteres nachbearbeitbar ist. Insbesondere kann dann problemlos eine spanabhebende oder schleifende Bearbeitung erfolgen, so daß die gewünschte Oberflächenqualität erzielt wird. Durch die vollständige Aufschmelzung des Hüllbereichs bildet sich eine nahezu 100%ige, dichte Oberflächenschicht, die zur Oberflächengüteverbesserung optimal nachbehandelt werden kann. Um ein vollständiges Aufschmelzen des Sintermaterials im Hüllbereich durchzuführen, kann die Laserverfahrensgeschwindigkeit niedrig gewählt werden und/oder die Strahlungsintensität des Laserfokus erhöht werden. Es ist auch möglich, beim Sintern des Hüllbereichs den Laser in einen Impulsbetrieb umzuschalten, um höhere Laserleistungen und damit eine höhere Verdampfung bzw. höhere Bauteildichten zu erreichen. Im Innenbereich bzw. Kernbereich des Werkstücks kann die Laserfahrensgeschwindigkeit erhöht bzw. die Strahlungsintensität im Fokus herabgesetzt werden, da in diesem Bereich Bauteildichten von weniger als 80% ausreichend sind.

[0008] Je nach Bauteilanforderung kann es auch vorgesehen sein, daß die Strahlungseinwirkung auch im Kernbereich derart bemessen ist, daß das Sintermaterial auch im

Bauteilinnenbereich des fertiggestellten Sinter-Werkstückes vollständig aufgeschmolzen wurde. Das Ergebnis sind dann nahezu 100% dichte Bauteile in ihrem gesamten Querschnitt.

[0009] Der Energieeintrag in den äußeren Hüllbereich und/oder den Kernbereich des Werkstückes kann bei jeder Schicht in Einzelabschnitten erfolgen, wobei die Einzelabschnitte einen Abstand voneinander aufweisen, der größer oder zumindest gleich der mittleren Durchmesser der Einzelabschnitte ist. Insbesondere sollen die Einzelabschnitte in stochastischer Verteilung nacheinander bestrahlt werden. Durch die zeitlich versetzte Bestrahlung der Einzelabschnitte in stochastischer Verteilung erfolgt ein gleichmäßiger Wärmeeintrag in das Werkstück, so daß thermische Spannungen und damit ein Verzug oder eine Rißbildung im Werkstück verhindert wird.

[0010] Bei einer Bestrahlung der Werkstückränder kann es besonders vorteilhaft sein, wenn sich die zeitlich nacheinander bestrahlten Einzelabschnitte im wesentlichen gegenüberliegen, um in den besonders belasteten Randbereichen thermische Spannungen zu verhindern. Dabei können sich die Einzelabschnitte insbesondere diametral an den Werkstückrändern gegenüberliegen.

[0011] Nach Bestrahlung der Einzelabschnitte kann es für eine gleichmäßige Oberfläche von Vorteil sein, wenn der Randbereich mit dem Laserstrahl durch peripheres Umfahren der äußeren Werkstückkonturen oder außen liegenden und innen liegenden freien Oberflächen, insbesondere von Werkstückkanälen, Gewinden oder dergleichen zusätzlich verfestigt wird. Eventuell noch vorhandene Spannungen können dadurch auch beseitigt werden.

[0012] Bei den Sinter-Werkstücken kann es sich z. B. um Spritzgußwerkzeuge handeln, in welche Kanäle zur Leitung der Kunststoffschmelze oder Kühlkanäle eingebracht werden. Diese Kanäle werden nicht gesintert, so daß das darin befindliche Sinter-Material nach der Herstellung des Sinter-Werkstückes einfach ausströmen bzw. entfernt werden kann. Da auch die Oberflächen bzw. Konturen dieser Werkstückkanäle beim Einsatz hohen Belastungen ausgesetzt sein können bzw. eine hohe Oberflächengüte (z. B. zur möglichst widerstandsfreien Leitung der Kunststoffschmelze) aufweisen müssen, können auch diese Oberflächen bzw. Konturen der Werkstückkanäle entsprechend im Hüllbereich eine höhere Dichte als die darunter liegenden Kernbereiche aufweisen. Die Oberflächengüten der Kühlkanäle können zur Erzeugung eines turbulenten Kühlwasservolumenstromes wiederum rau sein, unter der Voraussetzung, daß sie trotzdem dicht sind. Dies führt zu einer verbesserten Wärmeabfuhr.

[0013] Für die Kernbereiche des Werkstücks kann es besonders vorteilhaft sein, wenn darin eine Stützstruktur eingesintert wird, deren Dichte höher ist als die mittlere Dichte des Kernbereichs. Die Stützstruktur führt zu einer höheren Festigkeit auch im Kernbereich, wobei gleichzeitig eine gewisse Zähigkeit, die bei der Belastung des Werkstückes erforderlich ist, erhalten bleibt.

[0014] Die Stützstruktur kann als Gitterstruktur ausgebildet sein. Um eine hochfeste Struktur zu erreichen, kann die Gitterstruktur übereinander angeordneter Lagen versetzt zueinander ausgebildet sein. Ferner ist es möglich, daß die Stützstruktur säulenartig und/oder lamellenartig ausgebildet ist.

[0015] Vorteilhafterweise kann die Stützstruktur eine Dichte aufweisen, die im wesentlichen der Dichte des Hüllbereichs entspricht. Die hohe Dichte der Stützstruktur gewährleistet auch die erforderliche Festigkeit im Inneren des Werkstücks. Die Stützstruktur kann dabei in die Hüllbereiche übergehen. Insbesondere kann die Stützstruktur derart ausgebildet sein, daß angrenzend an den oder im Hüllbe-

reich eine vermehrte Anzahl von Stützstrukturelementen vorgesehen wird als im innen liegende Kernbereich. Dieser gleichmäßige Übergang von Stützstruktur im Hüllbereich führt zu einer erhöhten Stabilität des gesamten Bauteils und insbesondere zu einer gleichmäßigen Kräfteaufnahme des belasteten Werkstücks.

[0016] Mit besonderem Vorteil können innen liegende Ecken des Hüllbereiches gerundet oder mit einer Abschrägung versehen sein, so daß das fertige Werkstück einwirkende Kräfte gleichmäßig aufnehmen kann und sich keine Kraft- bzw. Spannungsspitzen ausbilden.

[0017] Damit das Sinter-Werkstück noch einer Nachbearbeitung unterzogen werden kann, beträgt die Dicke d der Oberflächenschicht an dem fertig gesinterten Werkstück vorzugsweise etwa 0,2 mm. Wie oben bereits erwähnt können in das Werkstück Kanäle eingesintert werden. Dabei kann es sich z. B. um Kühlkanäle eines Spritzgußwerkzeugs handeln. Die Stützstruktur kann Wärmeableitungsbereiche bilden, die eine hohe Wärmeleitfähigkeit besitzen und zur Ableitung der Wärme vom Kernbereich in Richtung Kühlkanäle dienen. Die Stützstruktur übernimmt demnach zwei Aufgaben, nämlich zum einen die Erhöhung der Festigkeit im Innenbereich des Werkstücks und zum anderen die Ableitung der Wärme. Zweckmäßigerweise kann dabei die Stützstruktur die Form von Kühlrippen aufweisen, um eine optimale Weiterleitung der Wärme in den Kühlkanal und damit die erforderliche Kühlung zu gewährleisten. Die Wärmeübertragung kann jedoch auch durch Strahlung, die sich ohne materiellen Träger mit Hilfe der elektromagnetischen Wellen vollzieht, also in den porösen Bereichen erfolgen.

[0018] Zweckmäßigerweise kann jede Lage in mindestens drei Bereiche aufgeteilt werden, nämlich einen außen liegenden Hüllbereich, einen darunter liegenden ersten Kernbereich und einen innen liegenden zweiten Kernbereich, wobei die Dichte des zweiten Kernbereichs geringer ist als die des ersten Kernbereichs.

[0019] Diese Ausgestaltung unterstützt den gleichmäßigen Übergang vom Hüllbereich in den innen liegenden Kernbereich und damit den stabilen Aufbau des gesamten Werkstücks.

[0020] Zur Erhöhung der Festigkeit und der Stabilität des Werkstückes können die Ränder der Einzelabschnitte nach der Bestrahlung der jeweiligen Abschnitts-Innenbereiche zusätzlich einer umrandenden Bestrahlung ausgesetzt werden. Diese umrandete Bestrahlung kann zu der oben beschriebenen Gitterstruktur führen.

[0021] Für eine Erhöhung der Bauteilgenauigkeit sorgt eine umrandende Bestrahlung der Ränder der Hüll- und Kernbereiche, welche nach der Bestrahlung der Einzelabschnitte bzw. deren Ränder erfolgt.

[0022] Die Erfindung ist anhand von vorteilhaften Ausführungsbeispielen in den Zeichnungsfiguren näher erläutert. Diese zeigen:

[0023] Fig. 1 eine Draufsicht auf eine beispielhaft herausgegriffene Lage eines Sinter-Werkstückes,

[0024] Fig. 2 eine Draufsicht auf eine Lage einer alternativen Ausführungsform eines Sinter-Werkstückes,

[0025] Fig. 3 eine Draufsicht auf eine Lage einer weiteren alternativen Ausführungsform eines Sinter-Werkstückes,

[0026] Fig. 4 eine Draufsicht auf eine Lage einer weiteren alternativen Ausführungsform eines Sinter-Werkstückes,

[0027] Fig. 5 die einzelnen Schritte des Sinter-Prozesses des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0028] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Herstellen eines dreidimensionalen Sinter-Werkstückes 1 handelt es sich insbesondere um ein Stereolithographieverfahren zur Anwendung in einem Sinter-Automaten. Dabei wird das

Sinter-Werkstück 1 durch aufeinanderfolgendes Verfestigen einzelner Schichten aus pulverförmigem, flüssigem, pastösem oder körnigem verfestigbarem Sinter-Material einer Strahlung, insbesondere einer Laserstrahlung erzeugt. Jede Schicht wird in einen inneren Kernbereich 2 und einen äußeren Hüllbereich 3 zerlegt, wobei die Strahlungseinwirkung im Kernbereich 2 und im Hüllbereich 3 zur Erzeugung unterschiedlicher Eigenschaften beider Bereiche verschieden gesteuert wird. Erfindungsgemäß ist die Strahlungseinwirkung im Hüllbereich 2 derart bemessen, daß das Sinter-Werkstück 1 nach Fertigstellung eine Oberflächenschicht aufweist, in welcher das Sinter-Material vollständig aufgeschmolzen wurde. Die in Fig. 1 dargestellte Lage eines Sinter-Werkstückes 1 weist im Anschluß an den außen liegenden Hüllbereich 3 einen darunter liegenden ersten Kernbereich 2' und einen innen liegenden zweiten Kernbereich 2'' auf, wobei die Dichte des zweiten Kernbereichs 2'' geringer ist als die Dichte des ersten Kernbereichs 2'. Die vollständige Aufschmelzung des Hüllbereichs 3 führt zu einer nahezu 100%igen, dichten Schicht, die zur Oberflächengüteverbesserung nachbehandelt werden kann. Um dies zu erreichen, ist die Laserverfahrensgeschwindigkeit niedrig zu wählen bzw. eine hohe Strahlungsintensität im Laserfokus einzustellen. Durch die Einteilung des Kernbereichs 2 in einen ersten 2' und einen zweiten Kernbereich 2'' wird ein stabiles Bauteil geschaffen, das die einwirkenden Kräfte optimal aufnehmen kann.

[0029] In einer weiteren Ausführungsvariante ist es jedoch auch möglich, daß die Strahlungseinwirkung auch im Kernbereich 2 derart bemessen ist, daß das Sintermaterial auch im Bauteilinnenbereich des fertiggestellten Sinter-Werkstückes 1 vollständig aufgeschmolzen wurde. Demnach wird also die gesamte Bauteilschicht aufgeschmolzen und als Ergebnis eine nahezu 100%ig dichte Schicht über den gesamten Querschnitt des Sinter-Werkstückes 1 erhalten. Je nach Einsatzbereich des Werkstückes kann dieses Verfahren zu idealen Festigkeitseigenschaften führen.

[0030] Der Energieeintrag in den äußeren Hüllbereich 3 sowie die Kernbereiche 2' sowie 2'' erfolgt bei jeder Schicht in Einzelabschnitten 5, wobei die Einzelabschnitte 5 einen Abstand voneinander aufweisen, der größer oder zumindest gleich dem mittleren Durchmesser der Einzelabschnitte 5 ist. In den Zeichnungsfiguren 1, 2 und 4 sind beispielhaft herausgegriffene Einzelabschnitte 5 mit Ziffern 1., 2., 3., ... versehen, die die Reihenfolge der Bestrahlung verdeutlichen sollen. Die Einzelabschnitte 5 werden dabei in stochastischer Verteilung nacheinander bestrahlt, um den Wärmeeintrag gleichmäßig über die gesamte Lage des Sinter-Werkstückes 1 zu verteilen. Dadurch werden thermische Spannungen verhindert, die zum Verzug des Werkstücks oder sogar zur Rißbildung führen könnten. Die zeitlich nacheinander bestrahlten Einzelabschnitte 5 liegen zweckmäßigerweise an den Werkstückrändern im wesentlichen, insbesondere diametral gegenüber, womit sich die eingebrachte Wärme gleichmäßig verteilt.

[0031] Die in Fig. 2 dargestellte Lage eines Sinter-Werkstückes 1 weist in ihrem Mittelbereich einen Kanal 6 auf, der beispielsweise beim späteren Einsatz des Sinter-Werkstückes 1 als Kühlkanal dienen kann. Um ein zusätzliches Verfestigen der äußeren Werkstückkonturen oder der außen und innen liegenden freien Oberflächen, in diesem Fall des Kanals 6 zu erzielen, wird der Randbereich durch peripheres Umfahren dieser Oberflächen mittels des Laserstrahls nochmals aufgeschmolzen. Dementsprechend weisen auch die Oberflächen bzw. Konturen des Kanals 6 entsprechend dem Hüllbereich 3 eine höhere Dichte als die innenliegenden Kernbereiche 2', 2'' auf.

[0032] Bei dem Sinter-Werkstück 1 gemäß Fig. 3 ist in die

Kernbereiche 2', 2" eine Stützstruktur 7 eingesintert, deren Dichte höher ist als die mittlere Dichte der Kernbereiche 2', 2". Die Stützstruktur 7 kann beispielsweise dazu dienen, auf das im Einsatz befindliche Sinter-Werkstück 1 einwirkende Kräfte aufzunehmen. Die Stützstruktur 7 gemäß Fig. 3 ist als Gitterstruktur ausgebildet. Die Stützstruktur 7 kann jedoch säulenartig und/oder lamellenartig ausgebildet sein, um bestimmten mechanischen oder thermischen Anforderungen zu entsprechen. Die Stützstruktur 7 weist eine Dichte auf, die im wesentlichen der Dichte des Hüllbereichs 3 entspricht, so daß auch der Kernbereich 2 die einwirkenden Kräfte aufnehmen kann. Die Stützstruktur 7 geht in den Hüllbereich 3 über, wobei die Stützstruktur 7 derart ausgebildet ist, daß im ersten Kernbereich 2' eine vermehrte Anzahl von Stützstrukturelementen vorgesehen ist als im innen liegenden zweiten Kernbereich 2". Durch diese Ausgestaltung werden Spannungsspitzen durch auf das Sinter-Werkstück 1 einwirkende Krafteinwirkungen verhindert.

[0033] Gemäß den Fig. 2, 3 und 4 sind die innen liegenden Ecken 8 des Hüllbereichs 3 gerundet, um auch in diesen Eckbereichen eine gleichmäßige Krafteinleitung zu gewährleisten. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, daß die innen liegenden Ecken des Hüllbereichs 3 mit einer Abschrägung bzw. Phase versehen sind. Die Dicke d der Oberflächenschicht an dem fertig gesinterten Werkstück 1 beträgt etwa 0,2 mm, so daß zum einen die gewünschte Oberflächenbehandlung durchgeführt werden kann und zum anderen eine ausreichende Dicke mit der erforderlichen Festigkeit als Oberflächenschicht erhalten bleibt.

[0034] In Fig. 4 bildet die Stützstruktur 7 Wärmeableitungsbereiche zur Ableitung der Wärme vom Kernbereich 2 des Sinter-Werkstücks 1 zum Kühlkanal 6. Die Stützstruktur 7 weist dabei die Form von Kühllamellen 9 auf. Aufgrund der höheren Dichte der Stützstruktur 7 weist diese eine höhere Wärmeleitfähigkeit auf als die weniger aufgeschmolzenen Kernbereiche 2', 2" und kann somit zur schnelleren Wärmeableitung aufgrund des im Kühlkanal 6 fließenden Kühlmediums beitragen.

[0035] Fig. 5 zeigt den typischen Ablauf der Laserbestrahlung. Zunächst werden die Einzelabschnitte 5 zeilenartig bestrahlt. Nach der Bestrahlung der Abschnitts-Innenbereiche werden die Ränder 4 der Einzelabschnitte 5 zusätzlich einer umrandenden Bestrahlung ausgesetzt. Nach der Bestrahlung sämtlicher Einzelabschnitte 5 werden die Ränder der Hüll- und Kernbereiche 2, 3 nochmals einer umrandenden Bestrahlung ausgesetzt, welche nachträglich für eine erhöhte Bauteilgenauigkeit sorgt.

#### BEZUGSZEICHENLISTE

- 1 Sinter-Werkstück
- 2 Kernbereich
- 2' erster Kernbereich
- 2" zweiter Kernbereich
- 3 Hüllbereich
- 4 Rand
- 5 Einzelabschnitt
- 6 (Kühl-)Kanal
- 7 Stützstruktur
- 8 Ecke
- 9 Kühllamelle
- 10 Rand

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines dreidimensionalen Sinter-Werkstückes, insbesondere Stereolithographieverfahren zur Anwendung in einem Sinterautomaten,

bei dem das Sinter-Werkstück durch aufeinanderfolgendes Verfestigen einzelner Schichten aus pulverförmigem, flüssigem, pastösem oder körnigem verfestigbaren Sintermaterial durch Einwirkung einer Strahlung, insbesondere einer Laserstrahlung, erzeugt wird, wobei jede Schicht in einen inneren Kernbereich und einen äußeren Hüllbereich zerlegt wird und die Strahlungseinwirkung im Kernbereich und im Hüllbereich zur Erzeugung unterschiedlicher Eigenschaften beider Bereiche verschieden gesteuert wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlungseinwirkung zumindest im Hüllbereich derart bemessen ist, daß das Sinter-Werkstück nach Fertigstellung eine Oberflächenschicht aufweist, in welcher das Sintermaterial vollständig aufgeschmolzen wurde.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlungseinwirkung auch im Kernbereich derart bemessen ist, daß das Sintermaterial auch im Bauteilinnenbereich des fertiggestellten Sinter-Werkstücks vollständig aufgeschmolzen wurde.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Energieeintrag in den äußeren Hüllbereich und/oder Kernbereich einer jeden Schicht in Einzelabschnitten erfolgt, wobei die Einzelabschnitte einen Abstand voneinander aufweisen, der größer oder zumindest gleich dem mittleren Durchmesser der Einzelabschnitte ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Einzelabschnitte in stochastischer Verteilung nacheinander bestrahlt werden.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß sich die zeitlich nacheinander bestrahlten Einzelabschnitte an den Werkstückrändern im wesentlichen gegenüberliegen.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3-5, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Einzelabschnitte diametral an den Werkstücksrändern gegenüberliegen.

7. Verfahren nach den vorhergehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß der Randbereich durch peripheres Umfahren der äußeren Werkstückkonturen oder außen liegenden und innen liegenden freien Oberflächen, insbesondere von Werkstückkanälen, Gewinden oder dergleichen zusätzlich verfestigt wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auch die Oberflächen bzw. Konturen von Werkstückkanälen entsprechend dem Hüllbereich eine höhere Dichte als die darunter liegenden Kernbereiche aufweisen.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in die Kernbereiche eine Stützstruktur eingesintert wird, deren Dichte höher ist als die mittlere Dichte des Kernbereiches.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützstruktur eine Gitterstruktur ist.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützstruktur säulenartig und/oder lamellenartig ausgebildet ist.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützstruktur eine Dichte aufweist, die im wesentlichen der Dichte des Hüllbereiches entspricht.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützstruktur in die Hüllbereiche übergeht.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützstruktur derart ausgebildet ist, daß angrenzend an den oder im

Hüllbereich eine vermehrte Anzahl von Stützstrukturelementen vorgesehen wird als im innen liegenden Kernbereich.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß innen liegende Ecken des Hüllbereiches gerundet sind. 5

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß innen liegende Ecken des Hüllbereiches mit einer Abschrägung versehen sind. 10

17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke  $d$  der Oberflächenschicht an dem fertig gesinterten Werkstück etwa 0,2 mm beträgt.

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in das Werkstück Kanäle, insbesondere Kühlkanäle eingesintert werden und die Stützstruktur Wärmeableitungsbereiche zur Ableitung der Wärme der Oberflächenschicht der Kanäle, insbesondere Kühlkanäle in den Kernbereich des Werkstückes bildet. 20

19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützstruktur die Form von Kühl lamellen aufweist.

20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jede Lage in mindestens drei Bereiche aufgeteilt wird, nämlich einen außen liegenden Hüllbereich, einen darunter liegenden ersten Kernbereich und einen innen liegenden zweiten Kernbereich, wobei die Dichte des zweiten Kernbereiches geringer ist als die des ersten Kernbereiches. 25 30

21. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ränder der Einzelabschnitte nach Bestrahlung der Abschnitt-Innenbereiche zusätzlich einer umrandenden Bestrahlung ausgesetzt werden. 35

22. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß nach Bestrahlung der Einzelabschnitte die Ränder der Hüll- und Kernbereiche einer umrandenden Bestrahlung ausgesetzt werden. 40

---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---

45

50

55

60

65

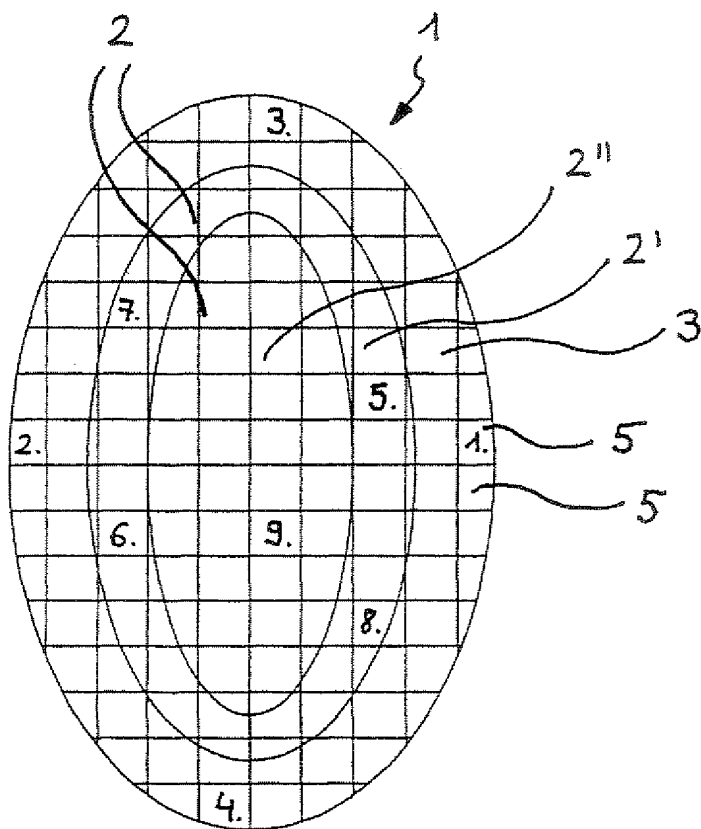


Fig. 1

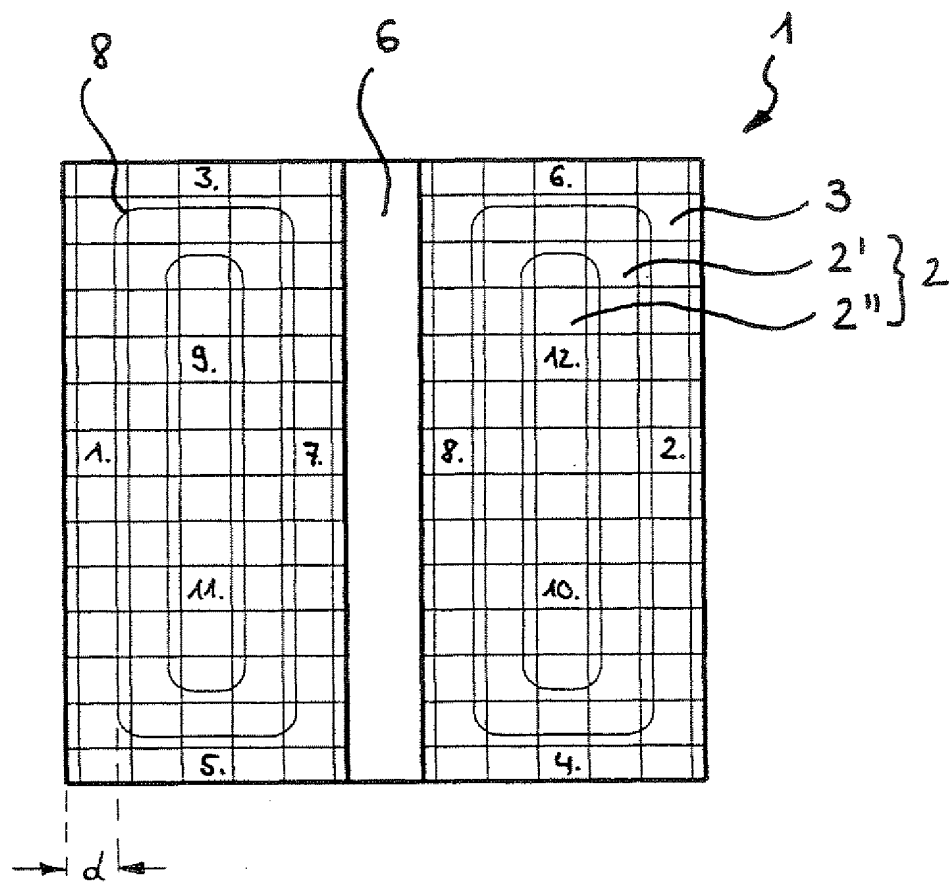


Fig. 2

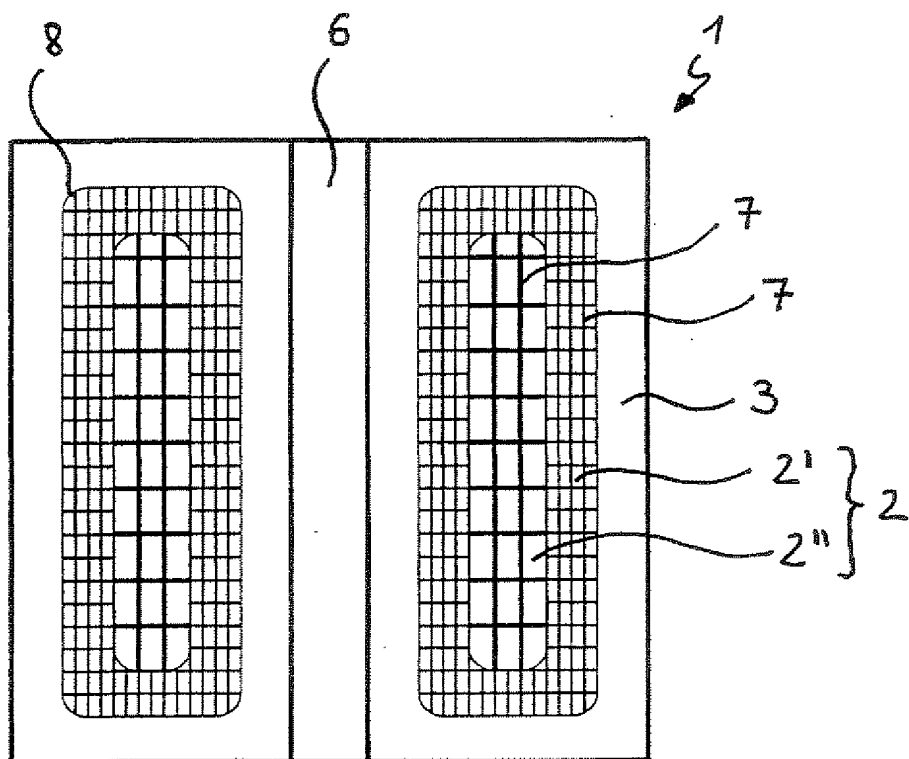


Fig. 3



310500

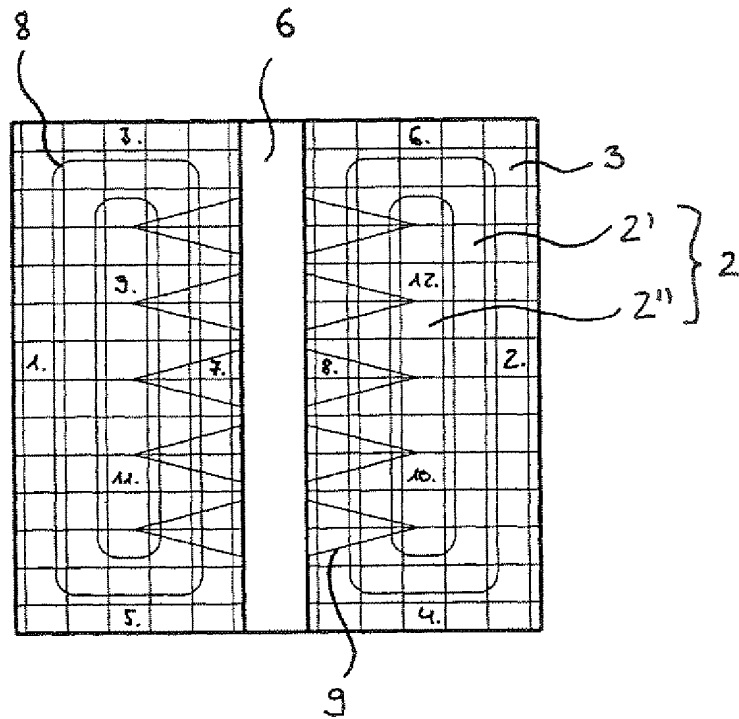


Fig. 4

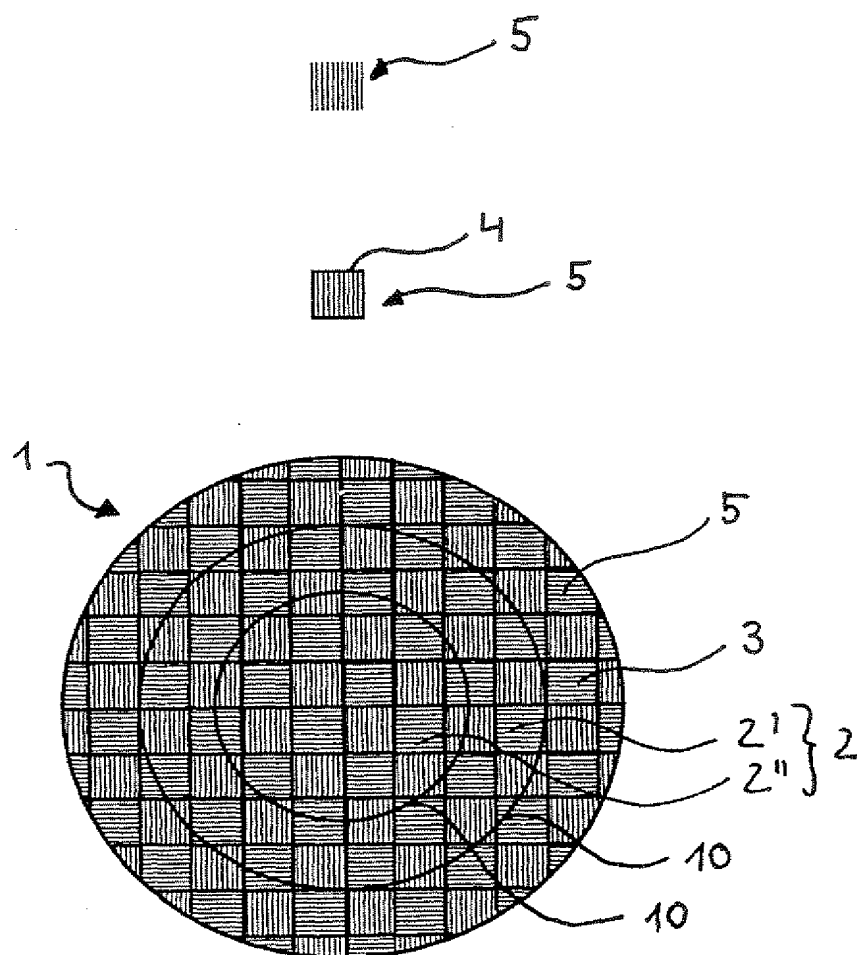


Fig. 5

AN: PAT 2002-406368

TI: Production of sintered workpieces involves binding layers of material by irradiation, where each layer comprises core and coating, and irradiation is controlled to produce complete fusion of material in coating in at least its surface area

PN: DE10042132-A1

PD: 28.03.2002

AB: NOVELTY - Production of sintered workpieces (1), especially a stereolithographic process for use in an automated laser sintering machine, involves binding separate layers of liquid, pasty or granular material by irradiation, especially using a laser beam. Each layer comprises a core (2) and a coating (3), and irradiation is controlled to produce different properties in the two areas. The novelty is that the intensity of the beam is controlled to produced complete fusion of the material in the coating in at least its surface area.; USE - Production of sintered workpieces. ADVANTAGE - High quality surfaces can be produced by post-processing. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows a plan view of a layer of a workpiece. Workpiece 1 Core 2 Coating 3

PA: (CONC-) CONCEPT LASER GMBH;

IN: HERZOG K;

FA: DE10042132-A1 28.03.2002;

CO: DE;

IC: B29C-067/04;

IC: A11-B16; M22-H03B;

OC: A32; M22;

FN: 2002406368.gif

PR: DE1042132 28.08.2000;

PP: 28.03.2002

JP: 11.07.2002

